

Requested Patent: JP10303852A

Title:

REFERENCE CARRIER FREQUENCY RECOVERY SYSTEM FOR ORTHOGONAL
FREQUENCY DIVISION MULTIPLEX MODULATION ;

Abstracted Patent: JP10303852 ;

Publication Date: 1998-11-13 ;

Inventor(s):

MORIYAMA SHIGEKI; KURODA TORU; NAKAHARA SHUNJI; TAKADA
MASAYUKI; TSUCHIDA KENICHI ;

Applicant(s): NIPPON HOSO KYOKAI It;NHKgt; ;

Application Number: JP19970111496 19970428 ;

Priority Number(s): ;

IPC Classification: H04J11/00 ; H04L27/227 ;

Equivalents:

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To stably and accurately recover a reference carrier frequency required to apply orthogonal synchronization detection to an OFDM transmission signal.
SOLUTION: An OFDM transmission signal that is sent from a transmitter and inserted with a non-modulation carrier signal (reference signal) at a prescribed period is received and the reference signal included in the OFDM transmission signal is extracted by an fc detection circuit 5. The consecutive signal repeating the extracted reference signal is generated by a repetitive signal generating circuit 6. Based on the continuous signal, a voltage controlled oscillator loop provided with a frequency controller 8 and a VCO circuit 9 generates a 0 deg. signal and a 90 deg. signal, and based on the 0 deg. signal and the 90 deg. signal, an IF signal is subject to orthogonal synchronization detection to recover a base band I signal and a base band Q signal.

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-303852

(43) 公開日 平成10年(1998)11月13日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 4 J 11/00

H 0 4 J 11/00

Z

H 0 4 L 27/227

H 0 4 L 27/22

B

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平9-111496

(22) 出願日 平成9年(1997)4月28日

(71) 出願人 000004352

日本放送協会

東京都渋谷区神南2丁目2番1号

(72) 発明者 森山 繁樹

東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放送協会放送技術研究所内

(72) 発明者 黒田 徹

東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放送協会放送技術研究所内

(72) 発明者 中原 俊二

東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放送協会放送技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 三好 秀和 (外8名)

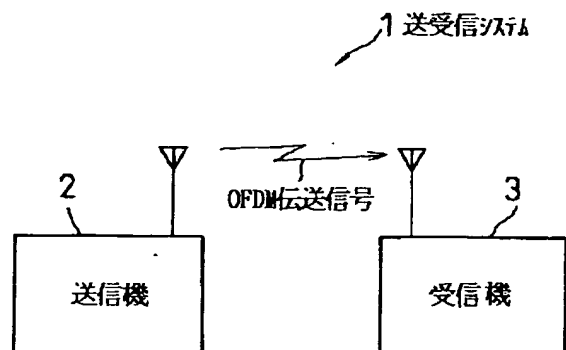
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 直交周波数分割多重変調の基準搬送周波数再生方式

(57) 【要約】

【課題】 OFDM伝送信号を直交同期検波するのに必要な基準搬送周波数を安定、かつ正確に再生する。

【解決手段】 送信機から送信された、一定の周期で無変調キャリア信号(基準信号)が介挿されたOFDM伝送信号を受信し、このOFDM伝送信号に含まれる基準信号をf_c検出回路5によって抽出する。抽出された基準信号を繰り返した連続信号を繰り返し信号作成回路6によって生成する。この連続信号に基づき、周波数制御回路8、およびVCO回路9を備えた電圧制御発振器ループでは、0度信号と、90度信号とを生成し、これら0度信号と、90度信号とに基づき、前記IF信号を直交同期検波して、ベースバンドI信号、ベースバンドQ信号を再生する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 OFDM（直交周波数分割多重）変調方式のOFDM伝送信号を構成する同期信号区間内の所定位置に、OFDM伝送周波数帯域の中心周波数である基準搬送周波数を持つ基準信号を挿入して間欠的に送信されたOFDM伝送信号を受信する受信手段と、受信されたOFDM伝送信号中から前記基準信号を抽出する基準信号抽出手段と、抽出された基準信号を保持するとともに、次に基準信号が抽出されるまでの間、保持されている基準信号を繰り返して、連続信号を生成する連続信号生成手段と、この連続信号を利用して周波数をロックする電圧制御発振器ループを構成し、OFDM信号のベースバンドI信号、およびベースバンドQ信号を得るための基準搬送周波数を再生する基準周波数再生手段と、を備えたことを特徴とする直交周波数分割多重変調の基準搬送周波数再生方式。

【請求項2】 請求項1に記載の直交周波数分割多重変調の基準搬送周波数再生方式において、前記OFDM伝送信号中に挿入されて間欠的に送信される各基準信号間の時間間隔を、各基準信号の時間幅で割算したときの値が整数になるように、各基準信号間の時間間隔と、各基準信号の時間幅とが決定されていることを特徴とする直交周波数分割多重変調の基準搬送周波数再生方式。

【請求項3】 請求項1に記載の直交周波数分割多重変調の基準搬送周波数再生方式において、前記連続信号生成手段は、抽出された基準信号をサンプリングして得られたデジタルデータを保持するとともに、保持されたデジタルデータを繰り返し読み出して、擬似的な連続信号を生成することを特徴とする直交周波数分割多重変調の基準搬送周波数再生方式。

【請求項4】 請求項1に記載の直交周波数分割多重変調の基準搬送周波数再生方式において、前記連続信号抽出手段は、OFDM伝送信号中に挿入されて間欠的に送信される基準信号の一部を取り出す手段であることを特徴とする直交周波数分割多重変調の基準搬送周波数再生方式。

【請求項5】 請求項4に記載の直交周波数分割多重変調の基準搬送周波数再生方式において、前記OFDM伝送信号中に挿入されて間欠的に送信される基準信号の一部を受信側で取り出す際に、この取り出し時間長で、次の基準信号を取り出すまでの時間間隔を割算した値が整数になるように、前記基準信号の時間幅が決定されていることを特徴とする直交周波数分割多重変調の基準搬送周波数再生方式。

【請求項6】 OFDM（直交周波数分割多重）変調方式のOFDM伝送信号を構成する同期信号区間内の所定位置に、OFDM伝送周波数帯域の中心周波数である基準搬送周波数を持つ基準信号を挿入して間欠的に送信さ

れたOFDM伝送信号を受信する受信手段と、受信されたOFDM伝送信号中から前記基準信号を抽出する基準信号抽出手段と、抽出された各基準信号を保持するとともに、保持されている各基準信号の位相を揃えて加算して位相調整がされた基準信号を生成する位相調整手段と、この位相調整手段から出力される位相調整がされた基準信号を繰り返して、連続信号を生成する連続信号生成手段と、この連続信号を利用して周波数をロックする電圧制御発振器ループを構成して、OFDM信号のベースバンドI信号、およびベースバンドQ信号を得るための基準搬送周波数を再生する基準周波数再生手段と、を備えたことを特徴とする直交周波数分割多重変調の基準搬送周波数再生方式。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、デジタルテレビジョン放送、デジタル音声放送またはデジタルテレビジョン素材伝送装置などの変調方式として適しているOFDM変調方式に係わり、特に間欠的に送信される無変調キャリア信号を用いて、受信機側で、基準搬送周波数を再生する直交周波数分割多重変調の基準搬送周波数再生方式に関する。

【0002】【発明の概要】本発明は、OFDM（直交周波数分割多重：Orthogonal Frequency Division Multiplexing）変調方式の基準搬送周波数再生方式に関するもので、送信機側から、基準搬送周波数の無変調キャリア信号を間欠的に送信させ、受信機側で、前記無変調キャリア信号を繰り返して、連続信号を生成させるとともに、この連続信号を使用させて、電圧制御発振器を動作させ、正確で安定した基準搬送周波数のキャリアを再生させる。

【0003】

【従来の技術】従来、OFDM変調信号を復調するための基準搬送周波数の再生方式としては、再生されたフレーム同期信号を基に周波数をロックすることにより、基準搬送周波数を再生する方法や、受信したデータの位相誤差検出によって周波数ずれの補正を行って、基準搬送周波数を再生する方法などが知られている。

【0004】このようなOFDM変調方式を用いた信号伝送においては、受信側で正確な基準搬送周波数を再生することが要求される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の基準搬送周波数の再生方式では、送信された基準周波数と受信機の基準周波数の発振器とのずれが大きい場合、いずれの方式を使用しても、基準搬送周波数を正確に再生することが難しいという問題があった。

【0006】本発明は上記の事情に鑑み、請求項1で

は、送信側でOFDM信号の同期信号区間の所定位置に、OFDM伝送周波数帯域の中心周波数である基準搬送周波数の信号を挿入して間欠的に送信し、受信側で、この信号を取出し、この信号を繰り返すことにより作られる信号を利用し、周波数をロックする電圧制御発振器ループを構成することにより、基準搬送周波数を安定、かつ正確に再生することができる直交周波数分割多重変調の基準搬送周波数再生方式を提供することを目的としている。

【0007】また、請求項2では、間欠的に送信される周波数ロック用の信号の長さ、次の信号が送信されるまでの時間との比を整数にすることにより、受信側で抽出した基準信号を繰り返す際に、時間的な切れ目が無い連続信号にすることができ、より安定した周波数ロック用の連続信号を作成することができる直交周波数分割多重変調の基準搬送周波数再生方式を提供することを目的としている。

【0008】また、請求項3では、受信側で抽出した基準信号をデジタルデータとして記憶し、このデータを繰り返し、読み出すことにより、アナログ信号のままで繰り返した連続信号よりも、簡単で、かつ安定した周波数ロック用の連続信号を作ることができる直交周波数分割多重変調の基準搬送周波数再生方式を提供することを目的としている。

【0009】また、請求項4では、間欠的に送信される周波数ロック用の信号の一部を用いて、周波数ロック用の連続信号を作成することにより、受信側で、送信された基準信号の位置および長さが正確に得られない場合でも、周波数ロック用の連続信号を作ることができる直交周波数分割多重変調の基準搬送周波数再生方式を提供することを目的としている。

【0010】また、請求項5では、間欠的に送信される周波数ロック用信号の一部を受信側で取り出す際に、この切出し長さと、次の周波数ロック信号を取り出すまでの時間との比を整数にすることにより、請求項2と同様に、受信側で抽出した基準信号を繰り返す際に、時間的な切れ目が無い連続信号にすることができ、より安定した周波数ロック用の連続信号を作成することができる直交周波数分割多重変調の基準搬送周波数再生方式を提供することを目的としている。

【0011】また、請求項6では、受信側で取り出した基準信号の位相を揃えて加え合わせた信号を繰り返して連続信号を作ることにより、周波数ロックに利用する連続信号のC/N（信号対雑音比）を改善することができ、伝送路上の雑音特性が悪い場合であっても、安定で、かつ正確な基準周波数を再生することができる直交周波数分割多重変調の基準搬送周波数再生方式を提供することを目的としている。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するた

めに本発明は、請求項1では、OFDM（直交周波数分割多重）変調方式のOFDM伝送信号を構成する同期信号区間の所定位置に、OFDM伝送周波数帯域の中心周波数である基準搬送周波数を持つ基準信号を挿入して間欠的に送信されたOFDM伝送信号を受信する受信手段と、受信されたOFDM伝送信号中から前記基準信号を抽出する基準信号抽出手段と、抽出された基準信号を保持するとともに、次に基準信号が抽出されるまでの間、保持されている基準信号を繰り返して、連続信号を生成する連続信号生成手段と、この連続信号を利用して周波数をロックする電圧制御発振器ループを構成し、OFDM信号のベースバンドI信号、およびベースバンドQ信号を得るための基準搬送周波数を再生する基準周波数再生手段とを備えたことを特徴としている。

【0013】また、請求項2では、請求項1に記載の直交周波数分割多重変調の基準搬送周波数再生方式において、前記OFDM伝送信号中に挿入されて間欠的に送信される各基準信号間の時間間隔を、各基準信号の時間幅で割算したときの値が整数になるように、各基準信号間の時間間隔と、各基準信号の時間幅とが決定されていることを特徴としている。

【0014】また、請求項3では、請求項1に記載の直交周波数分割多重変調の基準搬送周波数再生方式において、前記連続信号生成手段は、抽出された基準信号をサンプリングして得られたデジタルデータを保持するとともに、保持されたデジタルデータを繰り返し読み出して、擬似的な連続信号を生成することを特徴としている。

【0015】また、請求項4では、請求項1に記載の直交周波数分割多重変調の基準搬送周波数再生方式において、前記連続信号抽出手段は、OFDM伝送信号中に挿入されて間欠的に送信される基準信号の一部を取り出す手段であることを特徴としている。

【0016】また、請求項5では、請求項4に記載の直交周波数分割多重変調の基準搬送周波数再生方式において、前記OFDM伝送信号中に挿入されて間欠的に送信される基準信号の一部を受信側で取り出す際に、この取り出し時間長で、次の基準信号を取り出すまでの時間間隔を割算した値が整数になるように、前記基準信号の時間幅が決定されていることを特徴としている。

【0017】また、請求項6では、OFDM（直交周波数分割多重）変調方式のOFDM伝送信号を構成する同期信号区間の所定位置に、OFDM伝送周波数帯域の中心周波数である基準搬送周波数を持つ基準信号を挿入して間欠的に送信されたOFDM伝送信号を受信する受信手段と、受信されたOFDM伝送信号中から前記基準信号を抽出する基準信号抽出手段と、抽出された各基準信号を保持するとともに、保持されている各基準信号の位相を揃えて加算して位相調整がされた基準信号を生成する位相調整手段と、この位相調整手段から出力される

位相調整がされた基準信号を繰り返して、連続信号を生成する連続信号生成手段と、この連続信号を利用して周波数をロックする電圧制御発振器ループを構成して、OFDM信号のベースバンドI信号、およびベースバンドQ信号を得るための基準搬送周波数を再生する基準周波数再生手段とを備えたことを特徴としている。

【0018】取り出すまでの時間の長さを割算した値が整数になるように、基準信号の一部の長さを決定することを特徴としている。

【0019】上記の構成において、請求項1では、OFDM伝送信号の同期信号区間内の所定位置に、OFDM伝送周波数帯域の中心周波数である基準搬送周波数を持つ基準信号を挿入して送信し、受信側で、前記基準信号を取り出し、この基準信号を繰り返すことによって得られる連続信号を利用し、周波数をロックする電圧制御発振器ループを構成して、基準搬送周波数を再生することにより、基準搬送周波数を安定、かつ正確に再生する。

【0020】また、請求項2では、OFDM伝送信号中に挿入されて、間欠的に送信される各基準信号間の時間間隔を、各基準信号の時間幅で割算したときの値が整数になるように、各基準信号間の時間間隔と、各基準信号の時間幅とを決定することにより、基準信号を繰り返して得られる信号の切れ目を無くし、基準搬送周波数を安定、かつ正確に再生する。

【0021】また、請求項3では、OFDM伝送信号中に挿入されて、間欠的に送信される基準信号を受信側で取り出すとともに、この基準信号をサンプリングして得られたデジタルデータを記憶し、この後前記デジタルデータを繰り返し、読み出して、擬似的な連続信号を作り、この連続信号を利用し、周波数をロックする電圧制御発振器ループを構成して、基準搬送周波数を再生することにより、基準信号を繰り返して得られる信号を安定化させ、基準搬送周波数を安定、かつ正確に再生する。

【0022】また、請求項4では、OFDM伝送信号中に挿入されて、間欠的に送信される基準信号の一部を受信側で取り出すとともに、この基準信号をサンプリングして得られたデジタルデータを記憶し、以後このデジタルデータを繰り返して読み出して、擬似的な連続信号を作り、この連続信号を利用し、周波数をロックする電圧制御発振器ループを構成して、基準搬送周波数を再生することにより、前記基準信号の位置および長さが正確に得られない場合でも、基準搬送周波数を安定、かつ正確に再生する。

【0023】また、請求項5では、OFDM伝送信号中に挿入されて、間欠的に送信される基準信号の一部を受信側で取り出す際に、この取り出し時間長で、次の基準信号を取り出すまでの時間間隔を割算した値が整数になるように、前記基準信号の時間幅を決定することにより、基準信号を繰り返して得られる信号の切れ目を無くし、基準搬送周波数を安定、かつ正確に再生する。

【0024】また、請求項6では、OFDM伝送信号中に挿入されて、間欠的に送信される各基準信号を受信側で取り出し、これらの各基準信号の位相を合わせて加え合わせた信号を繰り返して連続信号を作るとともに、この連続信号を利用して、周波数をロックする電圧制御発振器ループを構成し、基準搬送周波数を再生することにより、前記基準信号のC/N（信号対雑音比）が悪くても、基準信号を繰り返して得られる信号を安定化させ、基準搬送周波数を安定、かつ正確に再生する。

【0025】

【発明の実施の形態】図1は、本発明による直交周波数分割多重変調の基準搬送周波数再生方式が適用された送受信システムの一例を示すブロック図である。

【0026】この図に示す送受信システム1は、送信対象となる伝送データをOFDM変調方式で変調して、図2(a)に示す信号フォーマットを持つOFDM伝送信号を生成し、これを送信する送信機2と、この送信機2から送信されたOFDM伝送信号を受信して、伝送データを再生する受信機3とを備えており、送信機2によって、一定の周期で無変調キャリア信号（基準信号）が介挿されたOFDM伝送信号を生成して、これを送信するとともに、受信機3では、このOFDM伝送信号を受信して、このOFDM伝送信号に含まれる基準信号を抽出する。そして、受信機3では、抽出された基準信号に基づき、0度信号と、90度信号とを再生するとともに、これら0度信号と、90度信号とに基づき、OFDM伝送信号から得られたIF信号を直交同期検波して、ベースバンドI信号、およびベースバンドQ信号を再生する。

【0027】この場合、OFDM伝送信号は、図2(a)に示すように、送信対象となる伝送データを含む複数のOFDM信号と、各OFDM信号の間に介挿される同期信号区間に各々、挿入される1つ以上の無変調キャリア信号（中心周波数 f_c の基準搬送周波数を示す基準信号）とによって構成されており、各基準信号の時間幅で、OFDM伝送信号中に含まれる各基準信号間の時間間隔を割算したときの値が整数となるように、各基準信号間の時間間隔と、各基準信号の時間幅との比が決められている。

【0028】また、受信機3は、受信手段（図示は省略されている）によってOFDM伝送信号を受信して得られたIF信号に対し、図3に示すように、狭帯域バンドパスフィルタリングを行って、基準信号を含むOFDM信号を抽出するBPF回路4と、このBPF回路から出力されるバンドパスフィルタリング済みのIF信号を取込み、このIF信号に含まれている周波数 f_c の信号成分（基準搬送周波数 f_c を示す基準信号）の一部または全部を抽出する f_c 検出回路5と、この f_c 検出回路5から基準信号が間欠的に出力される毎に、これを取り込んでサンプリングし、このサンプリング処理で得られた

デジタルデータを記憶するとともに、 f_c 検出回路5から次の基準信号が出力されるまでの間、デジタルデータを保持して、これを繰り返し、図2(b)に示すような周波数 f_c の連続信号を生成する繰り返し信号作成回路6と、この繰り返し信号作成回路6から出力される連続信号に対し、バンドパスフィルタリングを行って中心周波数が f_c となる信号以外の不要周波数成分をカットするBPF回路7とを備えている。

【0029】さらに、受信機3は、周波数ロックループ(例えば、コスタスループなど)を持ち、BPF回路7から出力されるバンドパスフィルタリング済みの連続信号の周波数/位相と入力される帰還信号の周波数/位相とを比較し、この比較結果に基づき、帰還信号の周波数/位相を連続信号の周波数/位相と一致させるのに必要な制御電圧信号を生成する周波数制御回路8と、この周波数制御回路8から出力される制御電圧信号の値に応じた周波数/位相で発振して、IF信号中に含まれるOFDM信号を直交復調するのに必要な周波数 f_c の0度信号を生成し、これを帰還信号として、周波数制御回路8に供給するVCO回路9と、このVCO回路9から出力される0度信号を取り込み、位相を $\pi/2$ だけシフトして90度信号を生成する $\pi/2$ 移相回路10と、VCO回路9から出力される0度信号に基づき、BPF回路4から出力されるIF信号中の同相成分を同期検波して、ベースバンドI信号を復調するマルチプレクサ回路11と、 $\pi/2$ 移相回路10から出力される90度信号に基づき、BPF回路4から出力されるIF信号中の直交成分を同期検波して、ベースバンドQ信号を復調するマルチプレクサ回路12とを備えている。

【0030】そして、送信機2から送信されるOFDM伝送信号を受信して、このOFDM伝送信号のIF信号に含まれる基準信号を抽出するとともに、この基準信号を繰り返し、連続信号を生成し、さらにこの連続信号に基づき、VCO回路9の発振周波数/位相を制御して、基準信号の周波数 f_c と一致する周波数/位相を持つ0度信号と、90度信号とを生成するとともに、これら0度信号、90度信号に基づき、IF信号に含まれている同相成分と、直交成分とを直交同期検波して、ベースバンドI信号と、ベースバンドQ信号とを復調した後、DFT回路(図示は省略する)で、ベースバンドI信号と、ベースバンドQ信号とを離散フーリエ変換させ、伝送データを再生させる。

【0031】これによって、送信機2から送信されるOFDM伝送信号が伝搬中のドップラー効果などによる周波数ずれを起こしていても、また受信機3の局部信号発振器の周波数ずれなどが発生していても、安定で、かつ正確な基準搬送周波数 f_c を再生することができる。

【0032】このように、この実施の形態では、送信機2によって、一定の周期で無変調キャリア信号(基準信号)が介挿されたOFDM伝送信号を生成して、これを

送信するとともに、受信機3側で、OFDM伝送信号を受信して、このOFDM伝送信号に含まれる基準信号を抽出し、この基準信号に基づき、0度信号と、90度信号とを再生するとともに、これら0度信号と、90度信号とに基づき、IF信号を直交同期検波して、ベースバンドI信号、ベースバンドQ信号を再生するようにしているので、受信機3側で、送信機2から送信されたOFDM伝送信号中のOFDM信号を直交同期検波するのに必要な基準搬送周波数 f_c を安定して、かつ正確に再生することができる。

【0033】また、この実施の形態では、間欠的に送信される周波数ロック用の信号(基準信号)の長さで、次の基準信号が送信されるまでの時間を割り切れるように設定し、繰り返し信号作成回路6で、各基準信号を繰り返して、切れ目が無い連続信号を生成するようにしているので、受信側で抽出した基準信号から生成した連続信号に切れ目ができないようにすることができ、より安定した周波数ロック用の連続信号を作成することができる。

【0034】また、この実施の形態では、受信側で抽出した基準信号をデジタルデータとして記憶し、このデジタルデータを繰り返し、読み出すことにより、アナログ信号のままで繰り返した連続信号よりも、簡単で、かつ安定した周波数ロック用の連続信号を作ることができる。

【0035】また、この実施の形態では、間欠的に送信される周波数ロック用の信号(基準信号)の一部を用いたときでも、周波数ロック用の連続信号を作成できるようにしているので、受信側で、送信された基準信号の位置および長さが正確に得られない場合でも、周波数ロック用の連続信号を作成することができる。

【0036】図4は、本発明による直交周波数分割多重変調の基準搬送周波数再生方式の他の実施の形態で使用される受信機の一例を示すブロック図である。なお、この図において、図3に示す各部と同じ部分には、同じ符号が付してある。

【0037】この図に示す受信機3aが図3に示す受信機3と異なる点は、 f_c 検出回路5と、繰り返し信号作成回路6との間に、複数の基準信号の位相を整える位相調整回路13を設け、この位相調整回路13によって f_c 検出回路5から出力される各基準信号の位相を相互に整えた後、これらを加算して、伝搬中のドップラー効果などによる周波数ずれなどにより、 f_c 検出回路5から出力される各基準信号の位相が変動していても、安定で、かつ正確な基準搬送周波数を再生できるようにしたことである。

【0038】この場合、図5のブロック図に示すように、位相調整回路13は、図6(a)に示すように、OFDM伝送信号中に含まれている基準信号を検出して、 f_c 検出回路5から間欠的に出力される基準信号を取り

込んで、図6(b)に示すように、これを保持する信号保持回路14と、この信号保持回路14に保持されている基準信号の位相を検出して、これら各基準信号の位相を一致させるのに必要な位相調整信号を生成する位相検出回路15と、この位相検出回路15から出力される位相調整信号に基づき、信号保持回路14から出力される各基準信号の位相を描いて加算し、図6(c)に示すように、位相が揃えられた基準信号を生成する加算回路16とを備えており、fc検出回路5から間欠的に出力される基準信号を取り込んで、これを保持しながら、各基準信号の位相を検出して、これらの各基準信号の位相が揃うように加算し、これによって得られた基準信号を繰り返し信号作成回路6に供給する。

【0039】このように、この実施の形態では、受信側で取り出した基準信号の位相を描いて加え合わせた基準信号を生成し、この信号を繰り返して連続信号を作るようにしているので、上述した実施の形態の効果に加えて、周波数ロックに利用する連続信号のC/N(信号対雑音比)を改善するという効果を得ることができ、これによって伝送路上の雑音特性が悪い場合であっても、安定で、かつ正確な基準周波数を再生することができる。

【0040】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、請求項1では、送信側でOFDM信号の同期信号区間内の所定位置に、OFDM伝送周波数帯域の中心周波数である基準搬送周波数の信号を挿入して間欠的に送信し、受信側で、この信号を取出し、この信号を繰り返すことにより作られる信号を利用し、周波数をロックする電圧制御発振器ループを構成することにより、基準搬送周波数を安定、かつ正確に再生することができる。

【0041】また、請求項2では、間欠的に送信される周波数ロック用の信号の長さ、次の信号が送信されるまでの時間との比を整数にすることにより、受信側で抽出した基準信号を繰り返す際に、時間的な切れ目がない連続信号にすることができ、より安定した周波数ロック用の連続信号を作成することができる。

【0042】また、請求項3では、受信側で抽出した基準信号をデジタルデータとして記憶し、このデータを繰り返し、読み出すことにより、アナログ信号のままに繰り返した連続信号よりも、簡単で、かつ安定した周波数ロック用の連続信号を作ることができる。

【0043】また、請求項4では、間欠的に送信される周波数ロック用の信号の一部を用いて、周波数ロック用の連続信号を作成することにより、受信側で、送信された基準信号の位置および長さが正確に得られない場合でも、周波数ロック用の連続信号を作成することができる。

【0044】また、請求項5では、間欠的に送信される周波数ロック用信号の一部を受信側で取り出す際に、この切出し長さと、次の周波数ロック信号を取り出すまでの時間との比を整数にすることにより、請求項2と同様に、受信側で抽出した基準信号を繰り返す際に、時間的な切れ目がない連続信号にすることができ、より安定した周波数ロック用の連続信号を作成することができる。

【0045】また、請求項6では、受信側で取り出した基準信号の位相を描いて加え合わせた信号を繰り返して連続信号を作ることにより、周波数ロックに利用する連続信号のC/N(信号対雑音比)を改善することができ、伝送路上の雑音特性が悪い場合であっても、安定で、かつ正確な基準周波数を再生することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による直交周波数分割多重変調の基準搬送周波数再生方式の実施の形態を適用した送受信システムの一例を示すブロック図である。

【図2】図1に示す送信機から送信されるOFDM伝送信号、受信機側で作成される連続信号のフォーマット例を示す模式図である。

【図3】図1に示す受信機の詳細な回路構成例を示すブロック図である。

【図4】本発明による直交周波数分割多重変調の基準搬送周波数再生方式の他の実施の形態で使用する受信機の一例を示すブロック図である。

【図5】図4に示す位相調整回路の詳細な回路構成例を示すブロック図である。

【図6】図4に示す受信機で受信されるOFDM伝送信号、受信機側で抽出される基準信号、受信機側で作成される連続信号の各フォーマット例を示す模式図である。

【符号の説明】

- 1 送受信システム
- 2 送信機
- 3 受信機
- 4、7 BPF回路
- 5 fc検出回路(基準信号抽出手段)
- 6 繰り返し信号作成回路(連続信号生成手段)
- 8 周波数制御回路(電圧制御発振器ループ、基準周波数再生手段)
- 9 VCO回路(電圧制御発振器ループ、基準周波数再生手段)
- 10 $\pi/2$ 移相回路
- 11、12 マルチプレクサ回路
- 13 位相調整回路(位相調整手段)
- 14 信号保持回路
- 15 位相検出回路
- 16 加算回路

【図2】

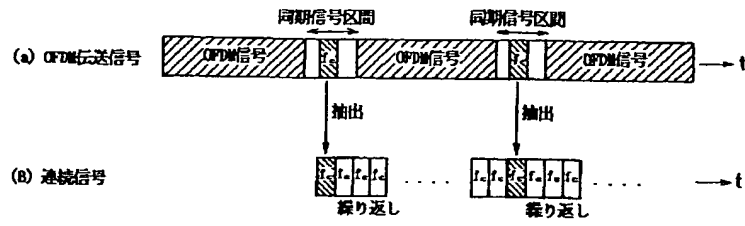


Figure 1 is a block diagram of a frequency synthesizing circuit. The circuit includes a PLL (1) with a feedback loop (2) containing a divider (7) and a phase-locked loop (6). The PLL output (5) is a reference signal. A frequency divider (4) divides the reference signal by N. A phase-locked loop (11) locks to the reference signal. A phase-locked loop (12) locks to the reference signal. A phase-locked loop (10) locks to the reference signal. A phase-locked loop (9) locks to the reference signal. A phase-locked loop (8) locks to the reference signal. A phase-locked loop (7) locks to the reference signal. A phase-locked loop (6) locks to the reference signal. A phase-locked loop (5) locks to the reference signal. A phase-locked loop (4) locks to the reference signal. A phase-locked loop (3) locks to the reference signal. A phase-locked loop (2) locks to the reference signal. A phase-locked loop (1) locks to the reference signal.

Figure 1 is a block diagram of a phase-locked loop (PLL) circuit. The circuit includes a phase-locked loop (13) and a frequency divider (6). The PLL (13) consists of a phase detector (5), a signal holding circuit (14), a phase-locked loop (16), a phase detector (15), and a phase-locked loop (15). The frequency divider (6) is connected to the output of the PLL (13). The input is a 10 MHz signal, which is divided by 10 to produce a 1 MHz signal. This 1 MHz signal is then used as a reference signal for the PLL (13). The PLL (13) locks onto the 1 MHz signal and outputs a signal to the frequency divider (6). The frequency divider (6) divides the output of the PLL (13) by 10 to produce a 100 kHz signal, which is the output of the circuit.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.